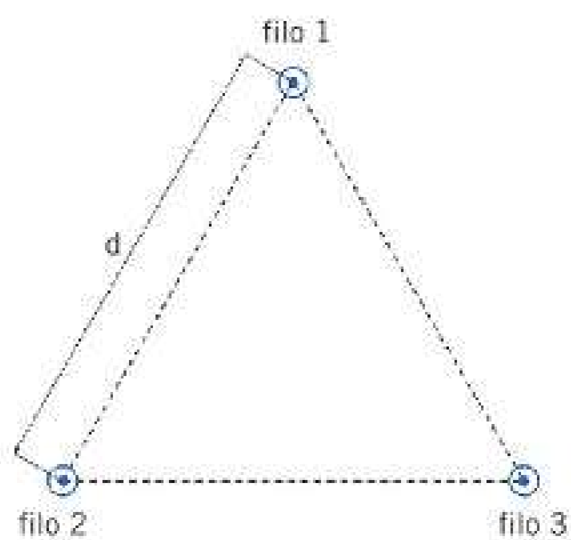
www.francescozumbo.it

Lezioni e appunti di Matematica e Fisica

Prof. Francesco Zumbo

1. ESERCIZIO SUL CAMPO MAGNETICO.

Tre fili rettilinei paralleli sono posti sui vertici di un triangolo equilatero di lato $d = 35\,cm$, come mostrato nella figura, e sono attraversati dalle correnti $i_1,\ i_2,\ i_3$. Le correnti hanno tutte intensitá uguali a $2A$.
Determina modulo, direzione e verso della forza per unitá di lunghezza, che agisce sul filo 1 nel caso in cui le correnti $i_1,\ i_2,\ i_3$ siano tutte uscenti dal foglio .



Disegno del problema

Chiamiamo $\overline{F}_{1,2}$ la forza che il filo 1 esercita sul filo 2, mentre indichiamo con $F_{2,1}$ la forza che il filo 2 esercita sul filo 1. E così via.

Indichiamo con $\overline{F}_1$ il risultante di tutte le forze che agiscono sul filo 1.

Sul filo 1 agiscono le forze magnetiche $\overline{F}_{2,1}$ e $\overline{F}_{3,1}$

$$\overline{F}_1 = \overline{F}_{2,1} + \overline{F}_{3,1}$$

Le forze in questione si calcolano con la legge di Ampere

$$F_{2,1} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_2 \cdot i_1}{d} \cdot l$$

Visto che la traccia dice che il tratto considerato è di 1 m, implica che $l = 1$; inoltre i due fili sono a 35cm di distanza, per cui $d = 0,35$ m.

$$F_{2,1} = \frac{(4\cancel{\pi}\cdot 10^{-7})}{2\cancel{\pi}} \cdot \frac{(2A)\cdot(2A)}{0,35} \cdot 1$$

$$F_{2,1} = (2\cdot 10^{-7}) \cdot \frac{4}{0,35} = 2\cdot 10^{-7} \cdot 11,43 =$$

$$= 22,86 \cdot 10^{-7}$$

$$\overline{F}_{2,1} = 22,86 \cdot 10^{-7}$$

Calcoliamo la forza che si crea tra il filo 3 e il filo 1

$$\overline{F}_{3,1} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_3 \cdot i_1}{d} \cdot l$$

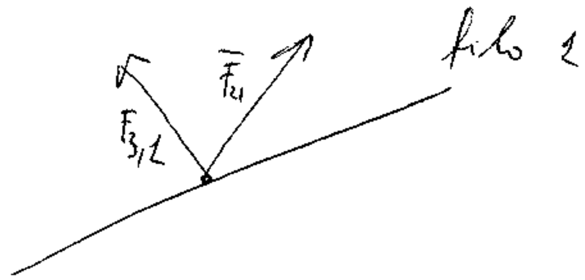
$$\overline{F}_{3,1} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_3 \cdot i_1}{d} \cdot 1$$

$$F_{3,1} = (2\cdot 10^{-7}) \cdot \frac{2\cdot 2}{0,35} = 22,86 \cdot 10^{-7}$$

Da cui

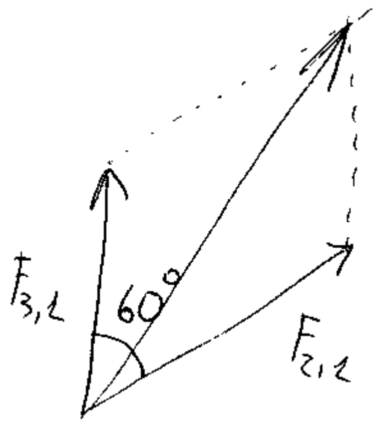
$$\overline{F}_1 = \overline{F}_{2,1} + \overline{F}_{3,1}$$

Analizziamo il filo 1

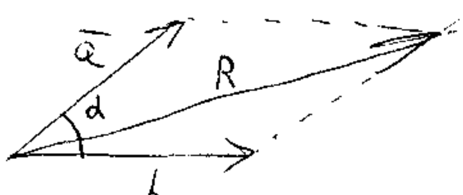


La somma $\overline{F_{2,1}} + \overline{F_{3,1}}$ è una somma vettoriale.

L'angolo tra $\overline{F_{2,1}}$ e $\overline{F_{3,1}}$ è di $60°$



Per calcolare il vettore risultante $\overline{F_1}$ applichiamo il teorema di Carnot



$$R = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos\alpha}$$

Nel nostro caso

$$F_1 = \sqrt{F_{2,1}^2 + F_{3,1}^2 - 2 F_{2,1} \cdot F_{3,1} \cdot \cos 60°} =$$

$$= \sqrt{(22{,}86)^2 \cdot (10^{-7})^2 + (22{,}86)^2 \cdot (10^{-7})^2 - 2(22{,}86 \cdot 10^{-7})(22{,}86 \cdot 10^{-7}) \cdot 0{,}5} =$$

$$= \sqrt{522{,}58 \cdot 10^{-14} + \cancel{522{,}58 \cdot 10^{-14}} - \cancel{522{,}58 \cdot 10^{-14}}} =$$

$$= 22{,}86 \cdot 10^{-7}\ N$$

In definitiva $F_1 = 22{,}86 \cdot 10^{-7}\ N$

La forza è attrattiva perché le correnti i_1, i_2 e i_3 hanno lo stesso verso.

Esercizi vasi sul flusso magnetico , sull'induzione magnetica, induttanza, legge di *Faraday-Neumann-Lenz*, spire e solenoidi.

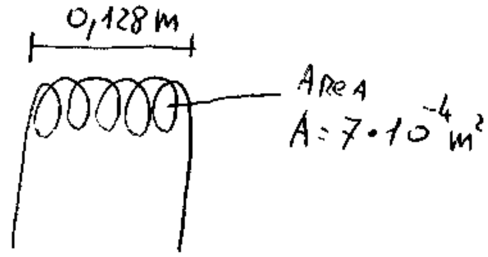
Esercizio

Un solenoide lungo 12,8 cm è costituito da $N = 200$ spire circolari di area trasversale $S = 7 \cdot 10^{-4}\ m^2$.

Determinare l'induttanza L del solenoide.

Soluzione:

La formula per calcolare l'induttanza nel solenoide è



$$L = \mu_0 \cdot \frac{N^2 \cdot S}{l}$$

con μ_0 = permeabilità magnetica nel vuoto $= 4\pi \cdot 10^{-7}$

N = numero delle spire

S = area della sezione trasversale delle spire del solenoide

l = lunghezza del solenoide

$$L = (4\pi \cdot 10^{-7}) \frac{(200)^2 \cdot (7 \cdot 10^{-4}\ m^2)}{0{,}128\ m} =$$

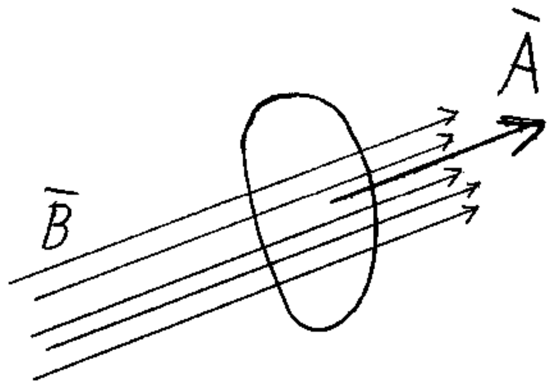
$$= 12{,}56 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{4 \cdot \cancel{10^4} \cdot 7 \cdot \cancel{10^{-4}}}{128 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= \frac{12{,}56 \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 7}{128} \cdot 10^{3} = 2{,}7475 \cdot 10^{-4}\ H$$

Esercizio

Una spira circolare ha area 12,6 cm^2 ed è immersa in un campo magnetico di 0,006 T le cui linee di campo sono perpendicolari alla superficie della spira. Calcolare il flusso magnetico attraverso la spira.

Sol.



$\bar{B}$ è perpendicolare all'area della spira A per cui il vettore $\bar{A}$ per definizione perpendicolare alla superficie della spira, risulterà parallelo al vettore Campo Magnetico $\bar{B}$. Di conseguenza l'angolo tra $\bar{B}$ e $\bar{A}$ è 0°.

④

Il flusso magnetico è il prodotto scalare tra il vettore magnetico $\bar{B}$ e il vettore $\bar{A}$ che nel modulo rappresenta l'area della superficie e nella direzione è perpendicolare alla superficie stessa.

$$\phi = \bar{B} \cdot \bar{A} = B \cdot A \cdot \cos \alpha$$

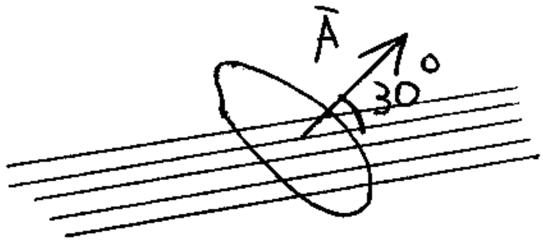
ma per le considerazioni precedenti $\bar{B}$ è parallelo ad $\bar{A}$ per cui $\alpha = 0$ e $\cos \alpha = 1$

$$\phi = B \cdot A \cdot 1 = 0,006\,T \cdot (12,6 \cdot 10^{-4}\,m^2) =$$

$$= 6 \cdot 10^{-3}\,T \cdot 12,6 \cdot 10^{-4}\,m^2 = 75,6 \cdot 10^{-7}\,Wb$$

Esercizio

Come l'esercizio precedente ma con la spira inclinata di 30°. Calcolare il flusso magnetico



$$\phi = \bar{B} \cdot \bar{A} = B \cdot A \cdot \cos 30 = 0{,}006\,T \cdot (12{,}6 \cdot 10^{-4}\,m^2) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

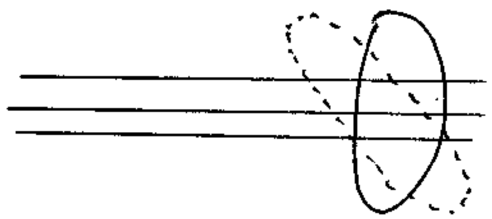
$$= 6 \cdot 10^{-3}\,T \cdot 12{,}6 \cdot 10^{-4} \cdot (0{,}8660254) =$$

$$= 65{,}47 \cdot 10^{-7}\,Wb$$

Esercizio sulla legge di Faraday-Newmann

Una spira circolare di raggio 2,5 cm è immersa in un campo magnetico di modulo 0,15 T.
All'inizio è posta perpendicolare alle linee di campo, successivamente subisce una rotazione di 30°. La rotazione avviene in 10 sec.
Calcolare la variazione del flusso del campo magnetico e la forza elettromotrice indotta.

Sol.



Calcoliamo la variazione di flusso

$$\Delta\phi = \phi_f - \phi_i = B \cdot A \cdot \cos 30 - BA \cdot \cos 0 =$$

$$= BA(\cos 30 - 1) = B \cdot A\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 1\right) = B \cdot A \cdot (-0,1339746) =$$

sapendo che l'area della spira è $A = \pi R^2$ e che
$2,5\ cm = 0,025\ m$

$$= 0{,}15\,T \cdot \left(3{,}14 \cdot 0{,}025^2\right)\left(-0{,}1339746\right) =$$

$$= -0{,}000039438\ Wb = -3{,}94 \cdot 10^{-5}\ Wb$$

Per calcolare la forza elettromotrice indotta (f_{em}) utilizziamo la formula

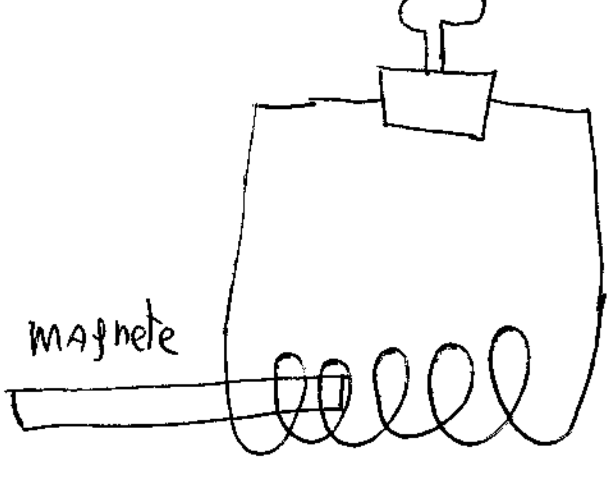
$$f_{em} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{-3{,}94 \cdot 10^{-5}}{10\,s} = 3{,}94 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-1} =$$

$$= 3{,}94 \cdot 10^{-6}$$

Esercizio

Una bobina è composta da 20 spire ognuna con area trasversale di 4 cm² ed è collegata a un circuito che contiene una lampadina, ma nel circuito non c'è alcun generatore.
Avvicinando e allontanando una calamita dal centro della spira il campo magnetico medio sulla superficie della bobina passa dal valore 0 al valore 9,4 mT cioè $9,4 \cdot 10^{-3}$ T.
La calamita è spostata prima vicina e poi lontana 2 volte al secondo. Qual'è il modulo della forza elettromotrice media indotta nel circuito da tale variazione di flusso.

Sol.



L'area di una spira la chiamiamo A_1

$$A_1 = 4\ cm^2 = 4 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

Essendo 20 le spire è come se fosse una spira di area totale

$$A_{TOTALE} = 20 \cdot A_1 = 20 \cdot 4 \cdot 10^{-4}\ m^2 =$$

$$= 80 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

Il valore iniziale del campo magnetico è $B_i = 0\,T$ e quello finale è $B_f = 9{,}4 \cdot 10^{-3}\ T$

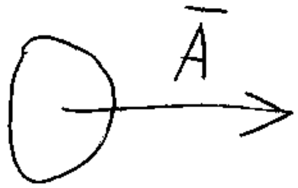
Per cui il flusso iniziale ϕ_i è

$$\phi_i = \bar{B}_i \cdot \bar{A} = B \cdot A \cos 0 = 0 \cdot A \cdot 1 = 0$$

Mentre il flusso finale è

$$\phi_f = \bar{B}_f \cdot \bar{A} = B_f \cdot A \cdot \cos 0^\circ =$$

abbiamo messo $\cos 0°$ poiché $\bar{B}$ è perpendicolare alla spira per cui $\bar{B}$ è parallelo al vettore $\bar{A}$ che è per definizione perpendicolare alla spira



$$\phi_f = \bar{B}_f \cdot \bar{A} = B_f \cdot A \cdot \cos 0 =$$

$$= \left(9{,}4 \cdot 10^{-3}\,T\right) \cdot \left(80 \cdot 10^{-4}\right) \cdot 1 = 752 \cdot 10^{-7}\,Wb$$

Per cui la variazione del flusso è

$$\Delta \phi = \phi_f - \phi_i = 752 \cdot 10^{-7}\,Wb$$

Visto che la calamita va avanti e indietro 2 volte al secondo, significa che

$$\Delta t = \frac{1\,sec}{2} = 0{,}5\,sec$$

Per cui per la legge di Faraday - Neumann si ha

$$f_{em} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{752 \cdot 10^{-7}\,Wb}{0{,}5\ sec} =$$

$$= -1504 \cdot 10^{-7}\,V = -1{,}5 \cdot 10^{3} \cdot 10^{-7}\,V =$$

$$= -1{,}5 \cdot 10^{-4}\,V$$

Riassumiamo

$$f_{em} = -1{,}5 \cdot 10^{-4}\,V$$

$$f_{em} = -1{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-3}\,V$$ ma la quantità $10^{-3}\,V$ equivale a mV (milliVolt)

$$f_{em} = -1{,}5 \cdot 10^{-1}\,mV$$

Tale f_{em} è molto bassa per far illuminare la lampadina. Per aumentare notevolmente la f_{em} dovremmo muovere molto più veloce la calamita.

www.francescozumbo.it

Esercizi sul campo magnetico

Forza magnetica, interazione tra correnti, spire, solenoidi, forza di Lorentz,

moto di una particella carica immersa in un campo magnetico uniforme e costante.

I testi degli esercizi studiati sono stati presi dal libro Amaldi Vol 3 ,casa editrice Zanichelli

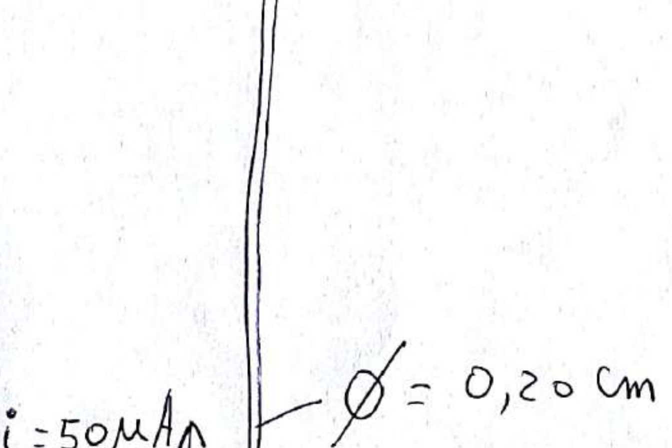
WWW.FRANCESCOZUMBO.it

Esercizio n° 29 - capitolo 26 del libro "L'Amaldi per i licei scientifici blu 2"

1

Un filo metallico di diametro 0,20 cm è attraversato da una corrente $i = 5{,}0\ \mu A$, determina la densità di corrente.
Determina l'intensità del campo magnetico generato dalla corrente a $d_1 = 0{,}05$ cm e a $d_2 = 3$ cm dal centro del filo.

Soluzione



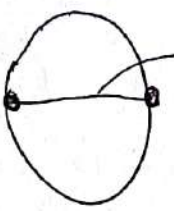
Scanned by CamScanner

Indichiamo con d_S la densità superficiale di carica

$$d_S = \frac{i}{A}$$

$$d_S = \frac{\text{intensità di corrente}}{\text{area attraversata dalla corrente}}$$

$$\varnothing = 0{,}20\ cm = 0{,}002\ m$$



$\varnothing = 0{,}002\ m$

Calcoliamo l'area della sezione trasversale del filo

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot (0{,}002)^2}{4} =$$

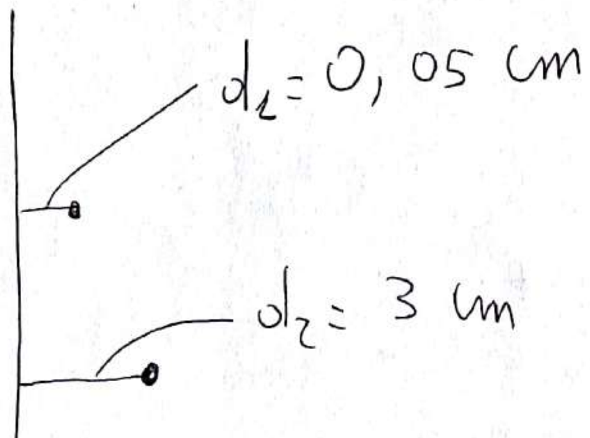
$$= 3{,}14 \cdot 10^{-6}$$

$$d_s = \frac{i}{A} = \frac{50\,\mu A}{3{,}14 \cdot 10^{-6}\, m^2} =$$

$$= \frac{50 \cdot \cancel{10^{-6}}\, A}{3{,}14 \cdot \cancel{10^{-6}}\, m^2} = 16\, A$$

$$d_s = 16\, A.$$

~



$$d_1 = 0{,}0005\, m = 5 \cdot 10^{-4}$$

$$d_2 = 0{,}03\, m = 3 \cdot 10^{-2}\, m$$

Scanned by CamScanner

(4)

La formula per calcolare il campo magnetico B a distanza d_1 dal centro del filo è

$$B(d_1) = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot d_1}{2\pi \cdot R^2}$$

[È la formula del campo Magnetico all'interno di un filo percorso da corrente]

dove R è il raggio del filo $= 0,10\ cm = 0,001\ m = 1 \cdot 10^{-3}\ m$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \frac{N}{A^2}$$

$$B(d_1) = \frac{\cancel{4}^{2}\cancel{\pi} \cdot 10^{-7} \cdot \cancel{1}5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{\cancel{2}\cancel{\pi} \cdot (1 \cdot 10^{-3})^2} =$$

$$= \frac{2 \cdot 50 \cdot 5 \cdot 10^{-17}}{10^{-6}} = \frac{500 \cdot 10^{6}}{10^{17}} =$$

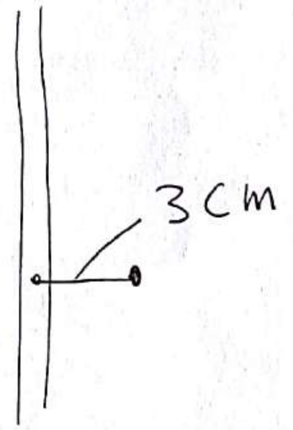
$$= \frac{5 \cdot 10^{2} \cdot 10^{6}}{10^{17}} = 5 \cdot 10^{-9}\ T$$

Scanned by CamScanner

In definitiva $B(d_1) = 5 \cdot 10^{-9}\, T$ 5

La formula per calcolare il valore di B all'esterno del filo è

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot d}$$



$3\,cm = 0{,}3\,dm = 0{,}03\,m = 3 \cdot 10^{-2}\,m$

$$B = \frac{\cancel{4\pi} \cdot 10^{-7} \cdot 50 \cdot 10^{-6}}{\cancel{2\pi} \cdot 3 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= \frac{100 \cdot 10^{-13}}{3 \cdot 10^{-2}} = \frac{10^2 \cdot 10^{-13}}{3 \cdot 10^{-2}} = \frac{10^{-11}}{3 \cdot 10^{-2}} =$$

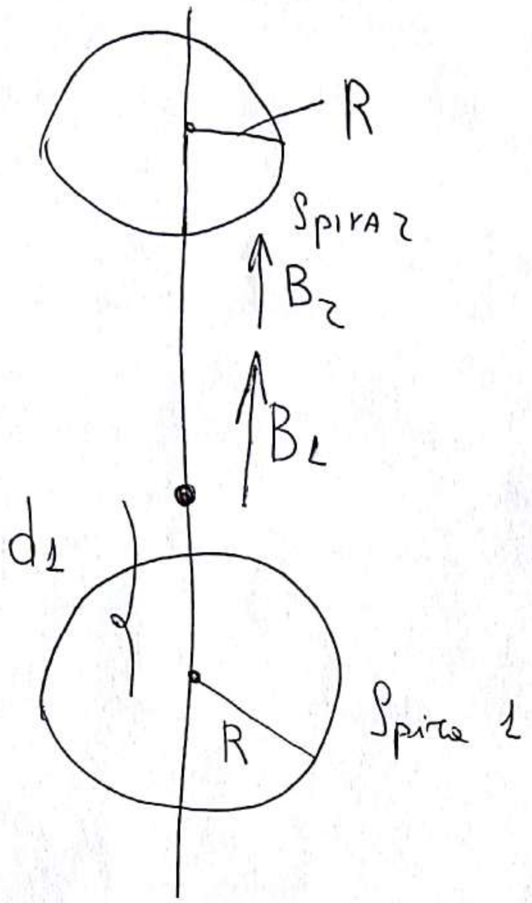
$$= 0{,}33 \cdot 10^{-9}\, T = 3{,}3 \cdot 10^{-10}$$

OK

Scanned by CamScanner

Due spire circolari di raggio 4 cm, coassiali, sono poste a 21 cm di distanza. Lungo il segmento che ne congiunge i centri, a 7 cm di distanza da una delle due spire, il campo magnetico ha intensità 200 μT. Sapendo che l'intensità e il verso della corrente che circola nelle spire sono gli stessi per entrambe, calcola il valore.

Scanned by CamScanner



$R = 4\ cm = 0{,}04\ m$

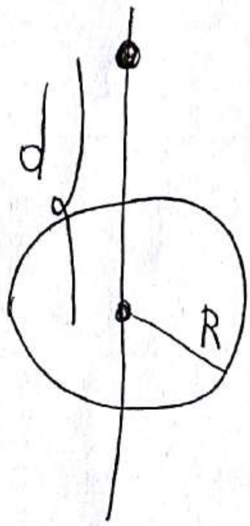
$d_1 = 7\ cm = 0{,}07\ m$

Sia la spira 1, sia la spira 2 al passaggio della corrente i creano un campo magnetico e siccome i circola nelle spire con lo stesso verso implica che i vettori Campo Magnetico hanno anche lo stesso verso.

Sia $\overline{B_1}$ il vettore campo magnetico creato dalla spira 1 e $\overline{B_2}$ il vettore campo magnetico creato dalla spira 2.

La formula per calcolare il valore del campo magnetico creato da una spira di raggio R, non al centro della spira, ma ad una distanza d dalla spira è

$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{R^2 \cdot i}{\left(\sqrt{R^2 + d^2}\right)^3}$$



Nel nostro caso

$$\overline{B_T} = \overline{B_1} + \overline{B_2}$$

Inoltre sappiamo che il campo magnetico totale a 0,07 m di distanza da una spira vale $B_T(0{,}07) = 200 \mu T$

Ovviamente $d_1 = 0{,}07\,m$ e $d_2 = 0{,}14\,m$

Scanned by CamScanner

$$B_T = \bar{B}_1 + \bar{B}_2 = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{R^2 \cdot i}{\left(\sqrt{(R^2 + d_1^2)}\right)^3} +$$

$$+ \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{R^2 \cdot i}{\left(\sqrt{(R^2 + d_2^2}\right)^3};$$

$$200 \cdot 10^{-6}\,T = \frac{\cancel{4}^{2}\pi \cdot 10^{-7}}{\cancel{2}} \cdot \frac{(0{,}0\cancel{4})^2 \cdot i}{\left(\sqrt{(0{,}07)^2 + (0{,}04)^2}\right)^3} +$$

$$+ \frac{\cancel{4}^{2}\pi \cdot 10^{-7}}{\cancel{2}} \cdot \frac{(0{,}04)^2 \cdot i}{\sqrt{(0{,}04)^2 + (0{,}14)^2}};$$

$$2 \cdot 10^2 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{(4 \cdot 10^{-2})^2 \cdot i}{\left(\sqrt{0{,}0049 + 0{,}0016}\right)^3} +$$

$$+ 2 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{(4 \cdot 10^{-2})^2 \cdot i}{\left(\sqrt{0{,}0016 + 0{,}0196}\right)^3};$$

Scanned by CamScanner

$$2\cdot 10^{-4} = 6{,}28\cdot 10^{-7}\cdot \frac{16\cdot 10^{-4}\cdot i}{0{,}000524} +$$

$$+6{,}28\cdot 10^{-7}\cdot \frac{16\cdot 10^{-4}\cdot i}{0{,}00309};$$

$$2\cdot 10^{-4} = 191755{,}72\cdot 10^{-11}\cdot i + 32517{,}8\cdot 10^{-11}\cdot i$$

$$2\cdot 10^{-4} = i\left(191755{,}72\cdot 10^{-11} + 32517{,}8\cdot 10^{-11}\right)$$

$$2\cdot 10^{-4} = i\cdot 10^{-11}\left(191755{,}72 + 32517{,}8\right)$$

$$2\cdot 10^{-4} = i\cdot 10^{-11}\cdot 224273{,}52$$

$$i = \frac{2\cdot 10^{-4}}{10^{-11}\cdot 224273{,}52} = \frac{2\cdot 10^{11}}{10^{4}\cdot 224273{,}52} =$$

$$= 10^{7}\cdot 8{,}92\cdot 10^{-6} = 8{,}92\cdot 10 = 89{,}2\,A$$

In definitiva la spira deve essere attraversata da una corrente $i = 89{,}2\,A$.

Scanned by CamScanner

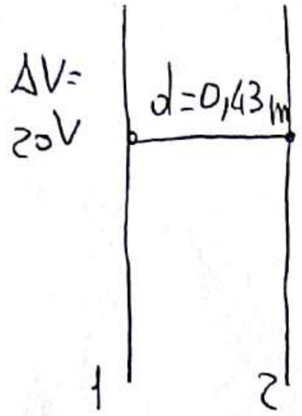
Esercizio N°5 - Capitolo 25 - "L'Amaldi per i licei scientifici.blu 2" (11)

Due fili paralleli di rame, di sezione trasversale $S = 3\ mm^2$ e lunghezza $l = 1{,}2\ m$ si trovano nel vuoto a una distanza $d = 0{,}43\ m$.
All'istante t_0 ai capi di uno dei due fili viene applicata una differenza di potenziale di $20\ V$. La resistività del rame vale $\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$

1) Calcola il modulo della forza magnetica che agisce sui fili.

2) Dopo un intervallo di tempo Δt, anche al secondo filo viene applicata la stessa differenza di potenziale.
Calcola il modulo della forza magnetica che agisce sui due fili.

Scanned by CamScanner



All'istante t_0 un filo è sottoposto ad una d.d.p di 20V, quindi è attraversato da corrente; mentre nell'altro non c'è d.d.p., quindi non è attraversato da corrente.

Per cui i_1 esiste mentre $i_2 = 0$

Il modulo della forza magnetica è

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d}$$ con

μ_0 = permeabilità magnetica, l = lunghezza del filo, d = distanza tra i 2 fili

Scanned by CamScanner

ma essendo $i_2 = 0$ implica che $|\vec{F}| = 0$. (13)

Risolviamo il secondo quesito

Dalla legge di Ohm sappiamo che

$$\Delta V = R \cdot i \quad \text{da cui} \quad i = \frac{\Delta V}{R}$$

ΔV la conosciamo che è $20V$ ma la resistenza R non la conosciamo, ma la possiamo ricavare dalla seconda legge di Ohm.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$$

$$l = 1{,}2\,m$$

$$S = 3\,mm^2 = (10^{-3})^2 \cdot 3\ m^2 = 3 \cdot 10^{-6}\ m^2$$

Scanned by CamScanner

$$R = \frac{1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot 1{,}2}{3 \cdot 10^{-6}} = 0{,}68 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{6} =$$

$$= 0{,}68 \cdot 10^{-2}\ \Omega = 6{,}8 \cdot 10^{-3}\ \Omega$$

Da cui

$$i = \frac{\Delta V}{R} = \frac{20}{6{,}8 \cdot 10^{-3}} = 2{,}941 \cdot 10^{3} = 2941\,A$$

La forza magnetica tra i due fili percorsi da corrente è

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d}$$

$$F = \frac{\cancel{4\pi}^{\,2} \cdot 10^{-7}}{\cancel{2\pi}} \cdot \frac{2941 \cdot 2941 \cdot 1{,}2}{0{,}43\,m} =$$

$$= 48276173{,}023 \cdot 10^{-7} = 4{,}8\,N$$

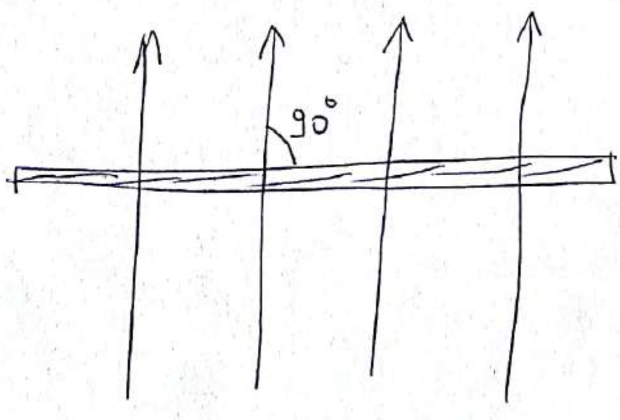
In definitiva la forza magnetica tra i due fili è $F = 4{,}8\,N$

Scanned by CamScanner

Esercizio N° 8 - Capitolo 25 - Libro "Amaldi per i licei scientifici.blu 2"

Un campo magnetico nello spazio compreso tra le espansioni di un magnete è omogeneo e ha intensità pari a $B = 0{,}1\ T$. Una sbarra conduttrice lunga 70 cm è percorsa da una corrente $i = 70\ mA$, essa è disposta perpendicolarmente alle linee di campo magnetico. Quale è il modulo della forza che agisce sulla sbarra?

$B = 0{,}1\ T$



$i = 70\ mA = 0{,}07\ A$

Per la presenza di un campo magnetico

quando la sbarra è percorsa da corrente su di essa agisce una forza

$$\bar{F} = i\,\bar{l} \wedge \bar{B} \qquad (1)$$

$|F| = i\,l\,B \cdot \operatorname{sen}\alpha$; nel nostro caso $\alpha = 90$ per cui $\operatorname{sen}\alpha = 1$

e la formula (1) diviene

$$F = i\,l\,B$$

$$F = 0{,}07 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}1 = 0{,}0049\ N = 4{,}9 \cdot 10^{-3}\ N$$

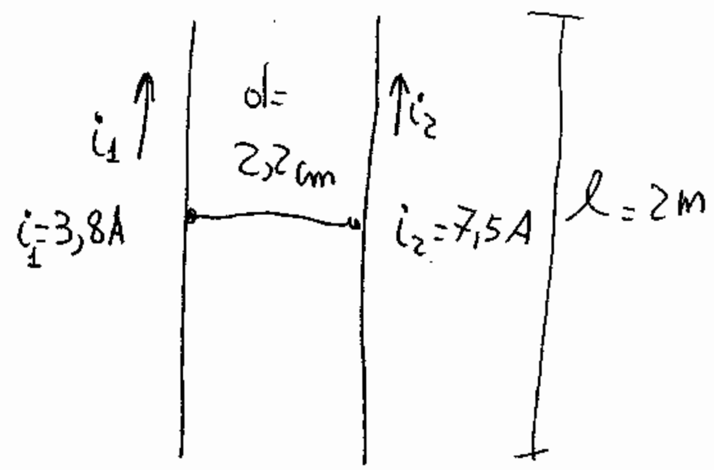
Scanned by CamScanner

N 5

5 In due lunghi fili conduttori rettilinei, che distano tra loro 2,2 cm, sono presenti due correnti di intensità 3,8 A e 7,5 A.

► Qual è il valore della forza magnetica che agisce su un tratto di filo lungo 2,0 m?

[$5{,}2 \times 10^{-4}$ N]



Per calcolare la forza magnetica generata dai 2 fili percorsi da corrente utilizziamo la formula di Ampere

$$F = \frac{\mu_0 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot l}{2\pi\, d}$$

$d = 2{,}2 \text{ cm} = 0{,}022 \text{ m}$

$$F = \frac{\overset{2}{\cancel{4\pi}} \cdot 10^{-7} \cdot (3{,}8) \cdot (7{,}5) \cdot (2\ m)}{\cancel{2\pi} \cdot (0{,}022\ m)} =$$ (18)

$$= \frac{114 \cdot 10^{-7}}{0{,}022\ m} = 5181{,}82 \cdot 10^{-7} = 5{,}18182 \cdot 10^{3} \cdot 10^{-7} =$$

$$= 5{,}18182 \cdot 10^{-4}$$

Tale forza è attrattiva poiché i_1 e i_2 vanno nella stessa direzione.

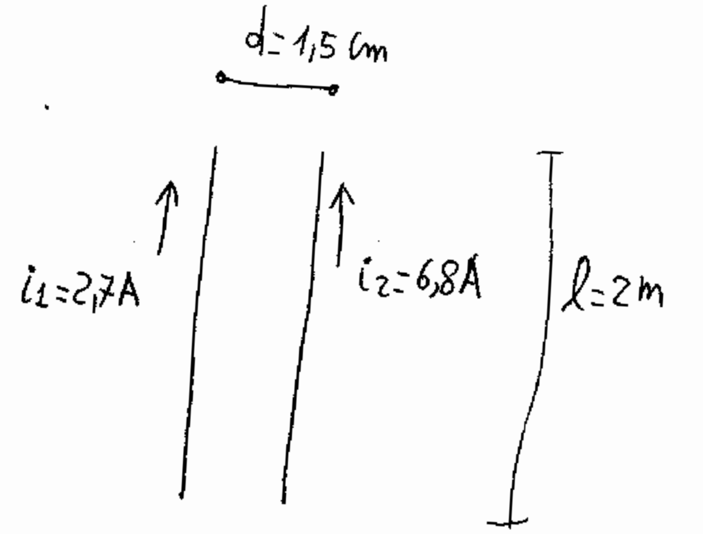
N 6

19

6 Due fili rettilinei molto lunghi sono paralleli tra loro e distano 1,5 cm. I due fili sono attraversati da correnti di 2,7 A e 6,8 A che fluiscono nello stesso verso.

- La forza è attrattiva o repulsiva?
- Calcola il modulo della forza che agisce su due tratti di filo lunghi 2,00 m.
- Calcola il modulo della forza per unità di lunghezza che agisce sui due tratti di filo.

[$4{,}9 \times 10^{-4}$ N; $2{,}4 \times 10^{-4}$ N/m]



$d = 0{,}015\ m$

La forza tra i due fili è data dalla formula di Ampere

$$F = \frac{\mu_0\, i_1 \cdot i_2 \cdot l}{2\pi d} = \frac{\cancel{4}\cancel{\pi} \cdot 10^{-7} (2{,}7A)(6{,}8A) \cdot \cancel{2}}{\cancel{2\pi} \cdot (0{,}015)} =$$

$$= 4896 \cdot 10^{-7}\ N = 4{,}896 \cdot 10^{3} \cdot 10^{-7}\ N = 4{,}9 \cdot 10^{-4}\ N$$

La forza è attrattiva poichè i_1 e i_2 sono concordi.

$F = 4{,}9 \cdot 10^{-4}\ N$. Su un tratto di 1 m di lunghezza si ottiene: $F = 2{,}45 \cdot 10^{-4}\ N/m$

N 10 ⓴

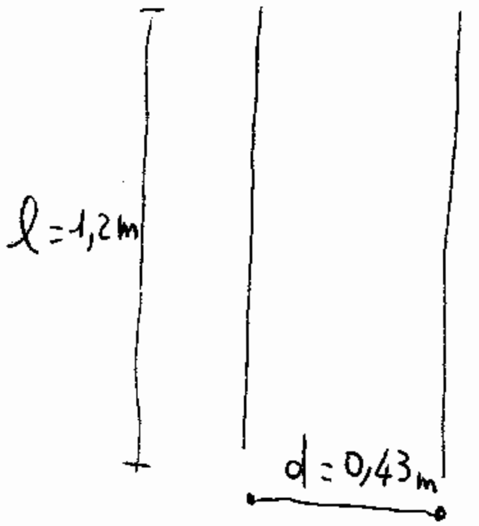
10 ★★★ Due tratti di filo paralleli di rame, di sezione $S = 3{,}0\ \text{mm}^2$ e lunghezza $l = 1{,}20$ m si trovano nel vuoto a una distanza $d = 0{,}43$ m. All'istante t_0 ai capi di uno dei due tratti di filo viene applicata una differenza di potenziale di 20 V. La resistività del rame vale $\rho_{Cu} = 1{,}7 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$.

- ▸ Calcola il modulo della forza magnetica che agisce sui due tratti di filo.

Dopo un intervallo di tempo Δt, anche al secondo filo viene applicata la stessa differenza di potenziale.

- ▸ Calcola il modulo della forza magnetica che agisce sui due tratti di filo.

[0 N; 4,8 N]



Area sezione trasversale dei fili $S = 3\ \text{mm}^2$

All'istante to ai capi di 1 filo viene applicata una tensione di 20V. La resistività del rame $\rho_{Cu} = 1{,}7 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$

La forza tra 2 fili percorsi da corrente è

data dalla formula

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d}$$

una corrente è presente in un filo (in quello dove è applicata la tensione di 20V) ma nell'altro filo non vi è corrente quindi $i_2 = 0$ $\Rightarrow F = 0$

non c'è forza tra i 2 fili.

Noi conosciamo la 1ª e la 2ª legge di Ohm

1) $V = R \cdot i$

2) $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$

Calcoliamo la resistenza di ciascun filo

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \quad ; \quad l = 1{,}2\,m \quad ;$$

$$S = 3\,mm^2 = 3 \cdot (10^{-3})^2 = 3 \cdot 10^{-6}\,m^2$$

(22)

$$R = \frac{(1{,}7 \cdot 10^{-8}\ \Omega m) \cdot (1{,}2\ m)}{3 \cdot 10^{-6}\ m^2} =$$

$$= \frac{1{,}7 \cdot 1{,}2}{3} \cdot 10^{-8} \cdot 10^{6} = 0{,}68 \cdot 10^{-2}\ \Omega$$

$$R = 68 \cdot 10^{-4}\ \Omega$$

Dalla 1ª legge di Ohm abbiamo

$$V = R \cdot i \ ; \quad i = \frac{V}{R} = \frac{20V}{68 \cdot 10^{-4}\ \Omega} =$$

$$= 0{,}294 \cdot 10^{4}\ V = 2940\ A$$

La forza magnetica tra i 2 fili, ciascuno percorso da 2940 A è

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d} = \frac{4\cancel{\pi} \cdot 10^{-7}}{2\cancel{\pi}} \cdot$$

$$\cdot \frac{2940 \cdot 2940 \cdot 1{,}2}{0{,}43} =$$

$$= \frac{2940 \cdot 2940 \cdot 1{,}2 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 0{,}43} = 12060837{,}2 \cdot 10^{-7}\,N =$$

$$= 1{,}21\ N$$

La forza tra i 2 fili è $1{,}21\,N$.

N 12

(24)

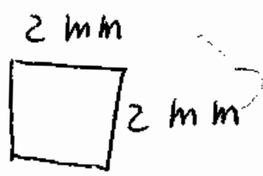
12 ★★★ Un cavetto di alluminio (densità $\rho = 2690\ kg/m^3$), lungo 3,2 m, a sezione quadrata di lato 2,0 mm, percorso da una corrente di 33 A, è appoggiato su un tavolo da lavoro che presenta un coefficiente d'attrito $\mu = 0{,}15$. Un'asta di ferro molto lunga si trova fissata al tavolo parallelamente al filo a una distanza di 2,0 cm.

- ▸ Calcola il verso (rispetto alla prima) e l'intensità della minima corrente che occorrerebbe far scorrere nell'asta per allontanare il cavetto.

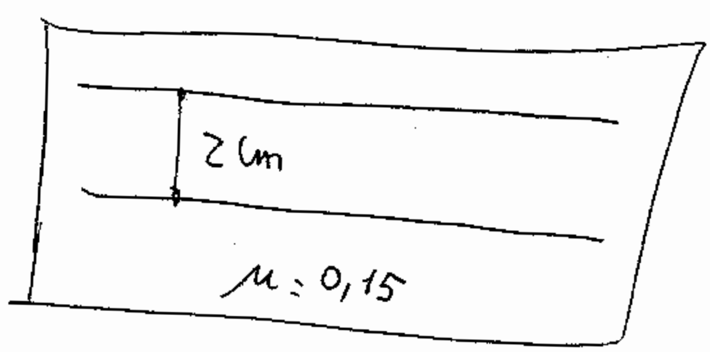
[48 A]

$\rho_{Alluminio} = 2690\ Kg/m^3$; $l = 3{,}2\ m$

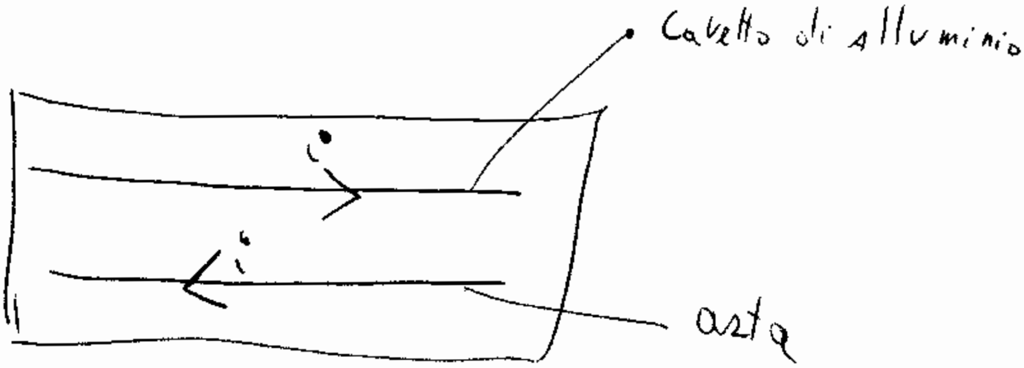
sezione quadrata



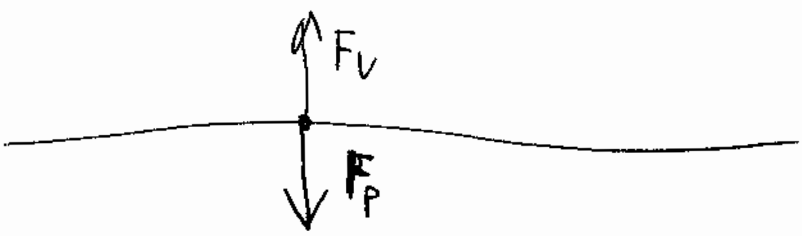
$i = 33\ A$; Attrito $\mu = 0{,}15$; $d = 2\ cm = 0{,}02\ m$



se il testo dice che deve allontanare il cavetto significa che la forza deve essere repulsiva. Per essere repulsiva il verso delle correnti deve essere opposto.

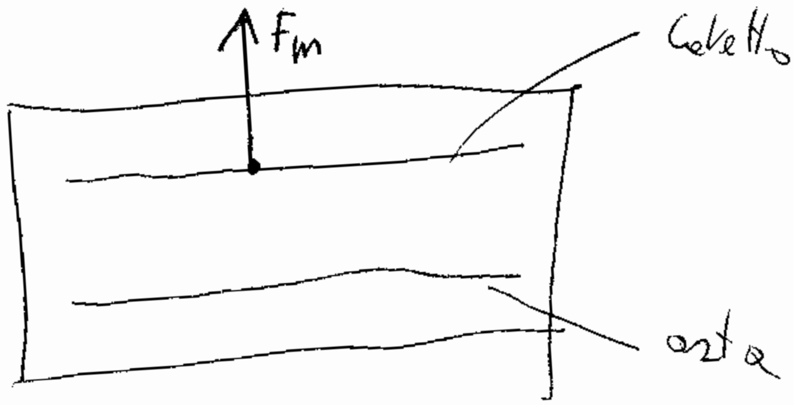


Vediamo quali forze agiscono sul cavetto



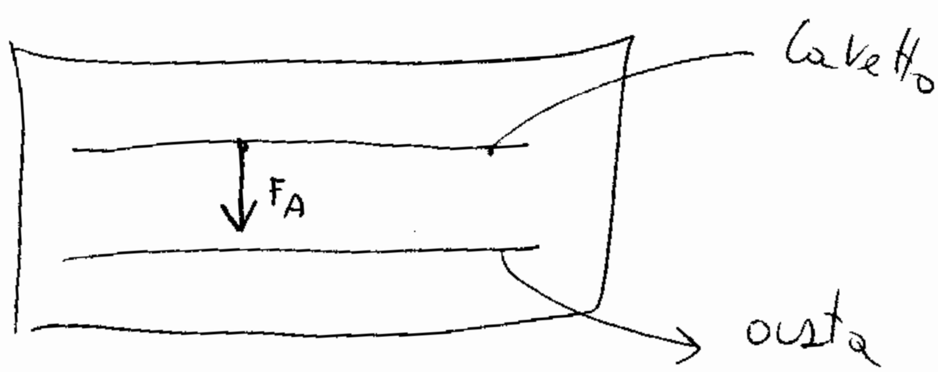
1) La forza peso F_P, equilibrata dalla forza vincolare del tavolo sul cavetto

2) La forza magnetica (repulsiva in questo caso) tra cavetto e asta



F_m = forza magnetica

3) La forza di attrito tra il tavolo e il cavetto



F_A = forza di attrito. La abbiamo indicata con quel verso, poiché per ipotesi la forza magnetica è repulsiva, cioè i fili tendono ad allontanarsi per cui visto che la forza di attrito è opposta al movimento, quello è il suo verso.

al minimo quindi deve essere

$$F_a = F_m \; ; \; m\, g\, \mu_{attrito} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d}$$

Calcoliamo il volume del cavetto

$l = 2\ mm = 2 \cdot 10^{-3}\ m$

$l^2 = 4 \cdot 10^{-6}\ m^2$

$Volume = l^2 \cdot 3{,}2\ m = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 3{,}2 =$

$= 12{,}8 \cdot 10^{-6}\ m^3$

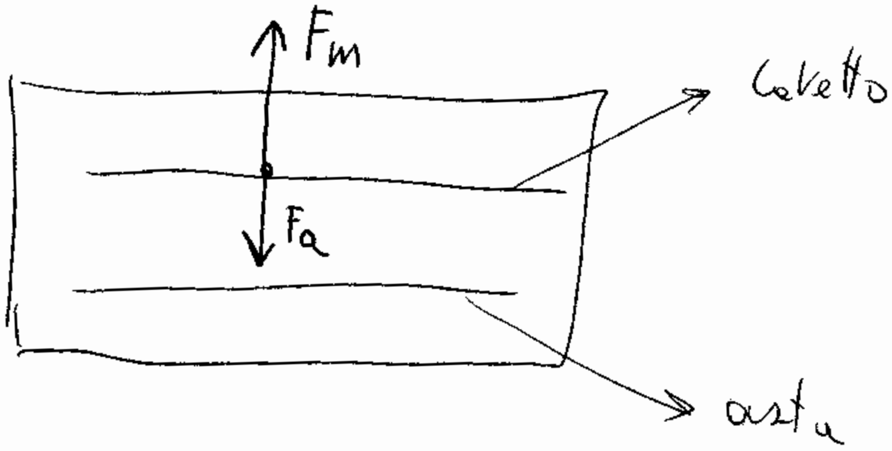
Volume cavetto di alluminio $= 12{,}8 \cdot 10^{-6}\ m^3$

Peso del cavetto di alluminio $= V_{olume} \cdot (\rho\ densità) \cdot (g)$

$= 12{,}8 \cdot 10^{-6} \cdot 2690 \cdot 9{,}81 = 337777{,}92 \cdot 10^{-6} =$

$= 0{,}3377\ N$

In definitiva le forze che rimangono e non si bilanciano sono



Il problema chiede che il cavetto sia allontanato, quindi deve essere che $F_m > F_a$

Al minimo deve accadere che $\bar{F}_m = \bar{F}_a$

$$F_a = P_{eso} \cdot \mu = m g \mu_{attrito}$$

$$F_m = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d}$$

Peso del cubetto di alluminio $= 0,3377 N$

Massa del cubetto di alluminio $= \frac{Peso}{g} = \frac{0,3377}{9,81} =$

$= 0,0344 \, Kg$

Massa $= 0,0344 \, Kg$

Torniamo alle formule

$$m \cdot g \cdot \mu_{attrito} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d}$$

$$(0,0344)\cdot(9,81)\cdot 0,15 = \frac{\overset{2}{\cancel{4\pi}} \cdot 10^{-7}}{\cancel{2\pi}} \cdot \frac{i_1 \cdot (33A)\cdot 3,2}{0,02\,m}$$

$$0,0344 \cdot 9,81 \cdot 0,15 \cdot 0,02 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot i_1 \cdot 33 \cdot 3,2$$

$$0,001012 = i_1 \cdot 211,2 \cdot 10^{-7}$$

$$i_1 = \frac{0{,}001012}{211{,}2 \cdot 10^{-7}} = \frac{0{,}001012 \cdot 10^{7}}{211{,}2} =$$

30

$$= \frac{10120}{211{,}2} = 48\,A$$

Per cui la corrente al minimo deve essere

48 A per vincere la forza di attrito.